(19) OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 704 700**

(51) Int. Cl.:

G02B 27/00 (2006.01)
G02B 5/18 (2006.01)
F21V 8/00 (2006.01)
G02B 27/42 (2006.01)
G02B 6/124 (2006.01)

(12) TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA T3

(86) Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **12.12.2014** **PCT/EP2014/077597**

(87) Fecha y número de publicación internacional: **25.06.2015** **WO15091277**

(96) Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **12.12.2014** **E 14820800 (2)**

(97) Fecha y número de publicación de la concesión europea: **03.10.2018** **EP 3084509**

(54) Título: **Mejoras en guías de onda y en relación con ellas**

(30) Prioridad:

19.12.2013 EP 13275323
19.12.2013 GB 201322488

(45) Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
19.03.2019

(73) Titular/es:

BAE SYSTEMS PLC (100.0%)
6 Carlton Gardens
London SW1Y 5AD, GB

(72) Inventor/es:

SIMMONDS, MICHAEL DAVID y
FERNS, ANTHONY ROBERT

(74) Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 704 700 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Mejoras en guías de onda y en relación con ellas

Campo de la invención

La invención se refiere a una guía de onda tal como, pero sin limitación a ella, una guía de onda óptica para dispositivos de presentación, y a un dispositivo de presentación. En particular la invención es relevante para un dispositivo de presentación en el que una luz que soporta imagen es inyectada en una guía de onda, es expandida para formar una imagen visible y es liberada desde la guía de onda para su visión.

Antecedentes

Los dispositivos de presentación de la técnica anterior de este tipo pueden comprender una guía de onda de placa que contiene tres rejillas de difracción separadas dispuestas para realizar una respectiva de tres funciones sucesivas. Una primera rejilla sirve como un área de entrada de luz para difractar la luz recibida en una dirección a lo largo de la guía de onda de placa. Una segunda rejilla sirve para expandir la luz procedente de la primera rejilla en una primera dimensión, y una tercera rejilla sirve para recibir la luz expandida y además expandir la luz en una segunda dimensión ortogonal a la primera dimensión y emitir el resultado desde la guía de onda. Para que la segunda rejilla de difracción sea capaz de difractar la luz recibida en una dirección requerida para permitir que la luz difractada alcance la tercera rejilla de difracción, es también necesario que la luz sea recibida por la segunda rejilla procedente de la primera rejilla en una dirección apropiada con relación a la orientación de las líneas de rejilla de la segunda rejilla. Una desalineación entre la orientación de las líneas de rejilla en la primera rejilla (entrada) y la segunda rejilla dará como resultado una desalineación de la luz emitida desde la segunda rejilla con relación a la orientación de las líneas de rejilla de la tercera (salida) rejilla.

Esto tiene el efecto total de degradar la calidad de la imagen reproducible a partir de la luz que soporta la imagen emitida por la tercera (salida) rejilla.

Para intentar reducir la posibilidad de líneas de rejilla desalineadas entre la primera y la segunda rejillas de difracción, algunos métodos de la técnica anterior incluyen prensar o estampar tanto la primera como la segunda rejillas como diferentes partes de una estructura de rejilla general que tiene una orientación común de líneas de rejilla en su totalidad. Esta puede ser en forma de dos áreas de rejilla separadas estampadas a partir de una estampadora de rejilla individual (por ejemplo fig. 1A) o en forma de dos regiones separadas de un patrón de rejilla estampado a partir de una estampadora (por ejemplo fig. 1B).

Sin embargo, en ambos casos, para que la segunda rejilla o región de rejilla pueda recibir la luz introducida desde la primera rejilla o región de rejilla en un ángulo de dirección de incidencia apropiado a las líneas de rejilla de la segunda rejilla para su difracción más adelante a la tercera (de salida) rejilla, la luz que emana desde la primera rejilla o región de rejilla debe ser redirigida siendo reflejada de nuevo hacia la segunda rejilla o región de rejilla. Debe preverse una superficie muy reflectante a lo largo de partes de un borde de la guía de onda de placa para conseguir esto.

La superficie reflectante debe ser fabricada a un estándar óptico muy elevado si ha de ser útil. Se requiere el pulido de un borde plano reflectante a una superficie muy plana. Esto es difícil de conseguir y tales guías de onda son caras de producir.

La presente invención pretende abordar estas cuestiones.

El documento GB 2500631 A1 describe una guía de onda óptica que comprende una rejilla de entrada, una intermedia y una de salida en donde los vectores de rejilla de las rejillas de entrada e intermedia están orientados en direcciones diferentes.

El documento EP 2 241 926 A1 describe una guía de onda óptica que comprende una rejilla de entrada, una intermedia y una de salida en donde las rejillas de entrada y la intermedia son formadas a partir de la misma estructura.

Resumen de la invención

En un primer aspecto, la invención proporciona una guía de onda para un aparato de presentación que comprende: una parte de guía de onda óptica de placa para guiar la luz que ha de ser presentada; una rejilla de difracción de entrada dispuesta para recibir luz y difractar la luz recibida a lo largo de la parte de guía de onda óptica para guiarla por ello; una rejilla de difracción intermedia acoplada ópticamente a la rejilla de difracción de entrada mediante la parte de guía óptica y dispuesta para recibir luz difractada procedente de la rejilla de difracción de entrada y para expandir la luz recibida en una primera dimensión por difracción; una rejilla de difracción de salida acoplada ópticamente a la rejilla de difracción intermedia mediante la parte de guía de onda óptica y dispuesta para recibir la luz expandida y emitir la luz expandida recibida procedente de la parte de guía de onda óptica por difracción para presentación; en donde la rejilla de difracción de entrada está posicionada de modo que esté situada totalmente

dentro del área geográfica, o huella, de la rejilla intermedia, y en donde los vectores de rejilla de la rejilla de difracción de entrada y de la rejilla de difracción intermedia están orientados en direcciones respectivas diferentes. Por ejemplo, si los vectores de rejilla respectivas no se encuentran sustancialmente en el mismo plano que la parte de guía de onda, las proyecciones de los vectores de rejilla de la rejilla de difracción de entrada y de la rejilla de difracción intermedia sobre el plano de la parte de guía de onda óptica pueden ser orientados en direcciones respectivas diferentes.

La rejilla de difracción de entrada puede estar posicionada sustancialmente en el mismo plano o ser coplanaria con la rejilla de difracción intermedia de tal modo que la ubicación física de la rejilla de difracción de entrada esté totalmente dentro del área geográfica o huella de la rejilla de difracción intermedia.

La rejilla de difracción de entrada puede estar posicionada adyacente a la rejilla de difracción intermedia (por ejemplo paralela a ella, pero no en el mismo plano) de tal modo que la ubicación aparente de la rejilla de difracción de entrada está totalmente dentro del área geográfica o huella de la rejilla de difracción intermedia. La ubicación de la rejilla de difracción intermedia como estando totalmente dentro del área geográfica, o huella, de la rejilla de difracción intermedia puede ser una ubicación física/real o puede ser una ubicación aparente. La ubicación aparente de la rejilla de entrada dentro de esa área geográfica o huella puede ser conseguida posicionando la rejilla de entrada de manera adecuada cerca de la rejilla de difracción intermedia de tal modo que una superficie sobre la que se forma la rejilla intermedia, y que está encerrada por los límites exteriores/periferia de la rejilla de difracción intermedia, se extiendan totalmente sobre la rejilla de entrada, que está formada ella misma sobre una superficie separada. Un ejemplo es formar la rejilla de difracción intermedia sobre una superficie plana de la parte de guía de onda óptica y formar la rejilla de difracción de entrada sobre la superficie plana opuesta de la parte de guía de onda dentro de la huella de la rejilla intermedia como proyectada sobre la última superficie plana (por ejemplo visible a través de la parte de guía de onda).

Preferiblemente, el material de la rejilla de difracción intermedia cubre todas aquellas partes de la superficie de la parte de guía de onda óptica en un lado de la misma a través del cual la luz recibida es guiada por reflexión interna total desde la rejilla de difracción de entrada a la rejilla de difracción intermedia.

El material de la rejilla de difracción intermedia es preferiblemente continuo con el material de al menos la rejilla de difracción de entrada.

El material de la rejilla de difracción intermedia puede ser continuo con el material de la rejilla de difracción de salida.

La rejilla de difracción intermedia puede ser una rejilla con relieve superficial formado en una superficie de la guía de onda. La rejilla de difracción de entrada y la rejilla de difracción de salida pueden ser cada una de ellas, una rejilla con relieve formada en una superficie de la guía de onda.

La rejilla de difracción intermedia puede comprender una estructura de rejilla de onda cuadrada. La rejilla de entrada y/o la rejilla de salida pueden comprender una estructura de rejilla curvada.

La guía de onda puede incluir un revestimiento sobre la rejilla de difracción intermedia. El revestimiento puede tener un índice refractivo que difiere del índice refractivo del material de la rejilla de difracción intermedia.

La guía de onda puede incluir un revestimiento sobre la rejilla de difracción de entrada y/o la rejilla de difracción de salida, que puede tener un índice refractivo que difiere del índice refractivo del material de la rejilla de difracción de entrada y/o salida.

La rejilla de difracción de salida está preferiblemente dispuesta para recibir la luz expandida procedente de la rejilla de difracción intermedia y expandir la luz recibida en una segunda dimensión transversal a la primera dimensión.

La invención puede proporcionar un dispositivo de presentación que comprende la guía de onda descrita anteriormente.

En un segundo aspecto, la invención proporciona un método para fabricar una guía de onda para un aparato de presentación incluyendo la guía de onda una rejilla de difracción de entrada para recibir luz y difractar la luz recibida a lo largo de la guía de onda, una rejilla de difracción intermedia para recibir luz difractada procedente de la rejilla de difracción de entrada y para expandir la luz recibida en una primera dimensión por difracción, y una rejilla de difracción de salida para recibir y emitir la luz expandida procedente de la parte de guía de onda por difracción, comprendiendo el método: depositar sobre la parte de guía de onda óptica un material fluido que se puede curar para formar un sólido transparente ópticamente; imprimir sobre el material fluido una impresión que define una región e rejilla de difracción de entrada, una región de rejilla de difracción intermedia y una rejilla de difracción de salida en donde el material fluido de la región de rejilla de difracción intermedia es continuo con el material fluido de al menos la región de rejilla de difracción de entrada; curar el material fluido impreso para solidificar la impresión; en donde la rejilla de difracción de entrada está posicionada totalmente dentro del área geográfica, o huella, de la rejilla intermedia, y en donde los vectores de rejilla de la rejilla de difracción de entrada y de la rejilla de difracción intermedia están orientados en direcciones respectivas diferentes. Por ejemplo, si los vectores de rejilla respectivos

no se encuentran sustancialmente en el plano de la parte de guía de onda, las proyecciones de los vectores de rejilla de la rejilla de difracción de entrada y de la rejilla de difracción intermedia sobre el plano de la parte de guía de onda óptica son orientados preferiblemente en direcciones respectivas diferentes.

La rejilla de difracción de entrada puede estar posicionada sustancialmente en el mismo plano o coplanaria con la rejilla de difracción intermedia de tal modo que la ubicación física de la rejilla de difracción de entrada está totalmente dentro del área geográfica o huella de la rejilla de difracción intermedia.

Preferiblemente, el material curado cubre la totalidad de aquellas partes de la superficie de la parte de guía de onda óptica en un lado de la misma a través del cual la luz recibida es guiada por reflexión interna total desde la rejilla de difracción de entrada a la rejilla de difracción intermedia.

La impresión puede incluir imprimir sobre el material fluido en el mismo lado de la guía de onda de placa tanto la rejilla de entrada como la rejilla de difracción intermedia.

La impresión puede incluir imprimir sobre el material fluido en el mismo lado de la guía de onda de placa tanto la rejilla de entrada como la rejilla de difracción intermedia como una región de difracción que rodea a la rejilla de entrada.

El material fluido de la rejilla de difracción intermedia puede ser continuo con el material fluido de la región de rejilla de difracción de salida.

La impresión puede incluir imprimir sobre el material fluido en el mismo lado de la guía de onda de placa cada una de la rejilla de difracción de entrada, de la rejilla de difracción intermedia y de la rejilla de difracción de salida.

La impresión puede incluir imprimir sobre el material fluido simultáneamente cada una de la rejilla de difracción de entrada, de la rejilla de difracción intermedia y de la rejilla de difracción de salida.

El curado puede incluir curar el material fluido simultáneamente para cada una de la rejilla de difracción de entrada y la rejilla de difracción intermedia o adicionalmente la rejilla de difracción de salida.

La impresión puede incluir imprimir la rejilla de difracción intermedia con una estructura de rejilla de onda cuadrada.

La impresión puede incluir imprimir la rejilla de entrada y/o la rejilla de salida con una estructura de rejilla curvada.

El método puede incluir aplicar un revestimiento sobre la rejilla de difracción intermedia que tiene un índice refractivo que difiere del índice refractivo del material de la rejilla de difracción intermedia.

El método puede incluir aplicar un revestimiento sobre la rejilla de difracción de entrada y/o la rejilla de difracción de salida, que tiene un índice refractivo que difiere del índice refractivo del material de la rejilla de difracción de entrada y/o de salida.

La rejilla de difracción de salida está preferiblemente dispuesta para recibir la luz expandida desde la rejilla de difracción intermedia y expandir la luz recibida en una segunda dimensión transversal a la primera dimensión.

En un tercer aspecto, la invención puede proporcionar un método para fabricar una guía de onda para un aparato de presentación incluyendo la guía de onda una rejilla de difracción de entrada para recibir luz y difractar la luz recibida a lo largo de la guía de onda, una rejilla de difracción intermedia para recibir luz difractada procedente de la rejilla de difracción de entrada y expandir la luz recibida en una primera dimensión por difracción, y una rejilla de difracción de salida para recibir y emitir la luz expandida desde la guía de onda óptica por difracción, comprendiendo el método: proporcionar una parte de guía de onda óptica de placa; depositar sobre las superficies planas opuestas de la parte de guía de onda óptica un material fluido que se puede curar para formar un sólido transparente ópticamente; imprimir sobre el material fluido una impresión que define una región de rejilla de difracción de entrada, una región de rejilla de difracción intermedia y una rejilla de difracción de salida; curar el material fluido impreso para solidificar las impresiones; en donde la rejilla de difracción de entrada está posicionada junto a la rejilla intermedia de modo que esté situada totalmente dentro del área geográfica, o huella, de la rejilla intermedia, y en donde los vectores de rejilla de la rejilla de difracción de entrada y de la rejilla de difracción intermedia están orientados en direcciones respectivas diferentes. Por ejemplo, si los vectores de rejilla respectivos no están sustancialmente en el plano de la parte de guía de onda, las proyecciones de los vectores de rejilla de la rejilla de difracción de entrada y de la rejilla de difracción intermedia sobre el plano de la parte de guía de onda óptica pueden ser orientadas en direcciones respectivas diferentes.

La rejilla de difracción de entrada puede estar posicionada adyacente a la rejilla de difracción intermedia paralela a ella, pero fuera del plano de ella, de tal modo que la ubicación aparente de la rejilla de difracción de entrada está totalmente dentro del área geográfica o huella de la rejilla de difracción intermedia. La ubicación de la rejilla de difracción intermedia como estando totalmente dentro del área geográfica, o huella, de la rejilla de difracción intermedia puede ser una ubicación aparente. La ubicación aparente de la rejilla de entrada dentro de esa área geográfica o huella puede ser conseguida posicionando la rejilla de entrada de manera adecuada cerca de la rejilla

de difracción intermedia de tal modo que una superficie sobre la que se forma la rejilla intermedia, y que está encerrada por los límites exteriores/periferia de la rejilla de difracción intermedia, se extienda totalmente sobre la rejilla de entrada, que está formada ella misma sobre una superficie separada. Un ejemplo es formar la rejilla de difracción intermedia sobre una superficie plana de la parte de guía de onda óptica y formar la rejilla de difracción intermedia sobre la superficie plana opuesta de la parte de guía de onda dentro de la huella de la rejilla intermedia como proyectada sobre la última superficie plana (por ejemplo visible a través de la parte de guía de onda).

El material fluido es depositado preferiblemente sobre cada uno de los lados opuestos de la parte de guía de onda de placa, y la impresión incluye preferiblemente imprimir sobre el material fluido en un lado de la guía de onda de placa la rejilla de difracción intermedia como una región de difracción que rodea una región de ventana de entrada que no difracta sustancialmente, e imprimir sobre el material fluido en el lado opuesto de la guía de onda de placa la rejilla de entrada de tal modo que la rejilla de entrada sea visible a través de la región de ventana de entrada.

Preferiblemente, el material curado cubre la totalidad de aquellas partes de la superficie de la parte de guía de onda óptica en un lado de la misma a través del cual la luz recibida es guiada por reflexión interna total desde la rejilla de difracción de entrada a la rejilla de difracción intermedia.

El material fluido de la rejilla de difracción intermedia puede ser continuo con el material fluido de la región de rejilla de difracción de salida.

La impresión puede incluir imprimir sobre el material fluido en el mismo lado de la guía de onda de placa cada una de la rejilla de entrada, de la rejilla de difracción intermedia y de la rejilla de difracción de salida.

El proceso de curado puede incluir curar el material fluido simultáneamente en cada una de la rejilla de difracción intermedia y de la rejilla de difracción de salida en un lado de la guía de onda de placa, y aplicar posteriormente el material fluido al lado opuesto de la guía de onda de placa.

La impresión puede incluir imprimir posteriormente la rejilla de entrada sobre el material fluido en el lado opuesto de la guía de onda de placa.

El método puede incluir ajustar la orientación de la rejilla de difracción de entrada impresa en el material de fluido con relación a la rejilla de difracción intermedia solidificada y a la rejilla de difracción de salida solidificada, y posteriormente curar la rejilla de difracción de entrada impresa en una orientación elegida.

La impresión puede incluir imprimir la rejilla de difracción intermedia con una estructura de rejilla de onda cuadrada.

La impresión puede incluir imprimir la rejilla de entrada o/y la rejilla de salida con una estructura de rejilla curvada.

El método puede incluir aplicar un revestimiento sobre la rejilla de difracción intermedia que tiene un índice refractivo que difiere del índice refractivo del material de la rejilla de difracción intermedia.

El método puede incluir aplicar un revestimiento sobre la rejilla de difracción de entrada y/o la rejilla de difracción de salida que tiene un índice refractivo que difiere del índice refractivo del material de la rejilla de difracción de entrada y/o de la rejilla de difracción de salida.

La rejilla de difracción de salida esta preferiblemente dispuesta para recibir la luz expandida desde la rejilla de difracción intermedia y para expandir la luz recibida en una segunda dimensión transversal a la primera dimensión.

Una perturbación o variación periódica del índice refractivo de la parte de guía de onda o una ondulación superficial sobre ella, puede definir una rejilla de difracción y esto tiene el efecto de cambiar la impulsión (componente superficial $\vec{k}_m$ del vector de onda) de la onda $\vec{k}_i$ de luz incidente a lo largo de la superficie de rejilla añadiendo o sustrayendo un número entero (m) de impulsos de rejilla (vector $\vec{K}$ de rejilla):

$$\vec{k}_m = \vec{k}_i + m\vec{K}$$

donde

$$\vec{K} = \frac{2\pi}{d}\hat{d}$$

y *d* es el período de rejilla en una dirección d de vector unitario que está en el plano de la rejilla y en la dirección de periodicidad de la rejilla (por ejemplo perpendicular a la dirección de las líneas/ranuras rectas de la rejilla).

Si la rejilla se encuentra en el plano xy y la periodicidad es a lo largo del eje x, y el rayo de luz incidente se encuentra en un plano perpendicular a las ranuras, la ecuación en reflexión, la forma de una así denominada ecuación de rejilla:

$$\sin\theta_m = \sin\theta_i + m\frac{\lambda}{d}$$

donde λ es la longitud de onda de la luz.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

A continuación se describirán realizaciones ejemplares de la presente invención en más detalle con referencia a los dibujos adjuntos, de los que:

Las figs. 1A y 1B muestran cada una de ellas una guía de onda de placa de acuerdo con la técnica anterior;

Las figs. 2A a 2F ilustra esquemáticamente un proceso para fabricar una guía de onda de placa de acuerdo con la fig. 1;

La fig. 3 muestra una guía de onda de placa de acuerdo con una realización de la invención;

La fig. 4 muestra ambos dos lados planos opuestos de una guía de onda de placa de acuerdo con otra realización de la invención;

La fig. 5 muestra esquemáticamente la interacción de la entrada de luz a la guía de onda de placa de acuerdo con una realización de la invención, y emitida por ella;

La fig. 6 muestra esquemáticamente una comparación entre el guiado de la luz introducida en la guía de onda de placa de la técnica anterior de la fig. 1 y en la guía de onda de placa de acuerdo con las realizaciones de la invención mostradas en las fig. 4 y en la fig. 5;

La fig. 7 muestra esquemáticamente otra comparación entre el guiado de la luz introducida en la guía de onda de placa de la técnica anterior de la fig. 1 y en la guía de onda de placa de acuerdo con las realizaciones de la invención mostradas en la fig. 4 y en la fig. 5;

Las figs. 8 y 9 muestran esquemáticamente una comparación entre el guiado de la luz introducida en la guía de onda de placa de la técnica anterior de la fig. 1 y en la guía de onda de placa de acuerdo con las realizaciones de la invención mostradas en la fig. 4;

Las figs. 10A a 10D ilustran esquemáticamente un proceso para fabricar una guía de onda de placa de la presente invención de acuerdo con la fig. 4; y

Las figs. 11A a 11I ilustran esquemáticamente un proceso para fabricar una guía de onda de placa de la presente invención de acuerdo con la fig. 5.

Descripción detallada

En los dibujos los símbolos de referencia similares se refieren a elementos similares.

La fig. 1A muestra una guía de onda de la técnica anterior para un aparato de presentación. La guía de onda comprende una guía de onda 1 óptica de placa para guiar la luz internamente por reflexión interna total entre dos superficies paralelas y planas opuestas de la placa.

La luz que soporta la imagen que ha de ser presentada es introducida a la placa a través de una rejilla 2 de difracción de entrada dispuesta para recibir la luz 6 que soporta la imagen y para difractar la luz 7 recibida a lo largo de la guía de onda óptica de placa para guiar a través de una rejilla 4 de difracción intermedia acoplada ópticamente a la rejilla de difracción de entrada. La rejilla 4 intermedia esta dispuesta para expandir la luz recibida en una primera dimensión 7 por difracción y para dirigir la luz expandida 8 hacia una rejilla 5 de difracción de salida acoplada ópticamente a la rejilla de difracción intermedia a través de la guía de onda óptica de placa.

La rejilla de salida esta dispuesta para recibir la luz expandida 8 y emitir en 9 la luz expandida recibida desde la guía de onda óptica de placa por difracción para presentar a un usuario 10.

La rejilla 2 de difracción de entrada está acoplada ópticamente a la rejilla de difracción intermedia mediante una parte de borde reflectante de la guía de onda de placa que está revestida por un revestimiento reflectante 3. Por consiguiente, la luz 6 introducida es difractada hacia el borde reflectante y es guiada a esa revestimiento reflectante/borde 3 por reflexión interna total dentro de la guía de onda de placa. Después de la reflexión en el borde reflectante, la luz introducida guiada es guiada después de ello hacia la rejilla 4 de difracción intermedia.

La existencia del borde reflectante ha complicado la fabricación de la guía de onda y hace la guía de onda relativamente cara de producir, difícil de fabricar y vulnerable a errores de fabricación una vez producida. La fig. 1B ilustra esquemáticamente una variante de la técnica anterior del dispositivo de la técnica anterior de la fig. 1A en

donde la rejilla 2 de difracción de entrada está estructurada como una región de rejilla contigua conectada a la rejilla de difracción intermedia estando formada de una pieza con la región de rejilla intermedia y unida a ella. La forma y funcionamiento del aparato de la fig. 1B es por otro lado idéntica a la del aparato de la fig. 1A, y los rayos de luz (6, 7, 8 y 9) están indicados en la fig. 1B para ilustrar esto.

Ha de observarse que las líneas de rejilla de la rejilla de difracción de entrada (fig. 1A) o región de la rejilla de difracción de entrada (fig. 1B) son sustancialmente paralelas a las líneas de rejilla de la rejilla de difracción intermedia, o región de rejilla (sus vectores de rejilla son idénticos), y así requiere el uso de un borde reflectante 3 para volver a dirigir la luz 7 de entrada en la dirección apropiada con relación a las líneas de rejilla de la rejilla intermedia.

Las líneas de rejilla orientadas comúnmente (vectores de rejilla) de las rejillas de entrada e intermedia (o regiones de rejilla) de ambos ejemplos de dispositivos de la técnica anterior (figs. 1A y 1B) son producidas mediante el uso de una estampadora de rejilla individual que soporta tales líneas/ranuras de rejilla orientadas comúnmente en relieve como se ha descrito ahora en relación al aparato de la fig. 1A. Ha de observarse que este método de producción se aplica igualmente a la fabricación del dispositivo de la fig. 1B. En ambos casos, la proyección de los vectores de rejilla de las partes de rejilla de entrada e intermedia sobre la superficie plana del sustrato de la guía de onda son sustancialmente paralelos simplemente debido a que esos vectores son los mismos.

Las figs. 2A a 2F ilustran esquemáticamente el proceso de fabricación en cuestión. El proceso comienza (fig. 2A) con la deposición sobre un sustrato 1 de guía de onda óptica de placa de un pegamento 11 fluido que cura que puede ser curado para formar un sólido transparente ópticamente. Tres depósitos separados, discretos y aislados de pegamento que cura son depositados sobre el sustrato en ubicaciones donde se pretende formar tres regiones de rejilla de difracción separadas acopladas ópticamente entre sí por el sustrato de la guía de onda. A continuación, (fig. 2B) una estampadora 12 de rejilla es introducida en el proceso. La estampadora de rejilla soporta sobre una superficie tres patrones (13, 14, 15) en relieve superficial, cada uno de los cuales representa una respectiva de tres rejillas de difracción en relieve superficial separadas. Cada patrón en relieve superficial de la estampadora de rejillas está en forma negativa, o recíproca, a la rejilla que está diseñada para ser estampada. El relieve de las líneas 13 de rejilla para la rejilla de entrada es sustancialmente paralelo al patrón en relieve de las líneas 14 de rejilla para la rejilla intermedia.

La estampadora de rejillas es impresa sobre los tres depósitos discretos de pegamento fluido que cura, al unísono, para formar una impresión sobre esos tres depósitos correspondiente a una respectiva de tres rejillas de difracción separadas y discretas. Las tres rejillas de difracción definen una región de rejilla de difracción de entrada definida por un primer patrón 13 en relieve superficial de la estampadora de rejillas, una región de rejilla de difracción intermedia definida por un segundo patrón 14 en relieve superficial de la estampadora de rejilla y una región de rejilla de difracción de salida definida por una segundo patrón 14 en relieve superficial de la estampadora de rejillas y una región de rejilla de difracción de salida definida por un tercer patrón 15 en relieve superficial de la estampadora de rejillas.

Desde luego, como se ha mencionado anteriormente, el mismo proceso básico es aplicado en la fabricación del aparato de la fig. 1B con la modificación de que la estampadora de rejillas comprende dos patrones en relieve superficial separados en los que un patrón corresponde a la estructura de rejilla de entrada e intermedia combinadas y el otro corresponde a la estructura de rejilla de salida. También, solamente se requieren dos depósitos discretos de pegamento fluido que cura - uno para las rejillas combinadas y uno para la rejilla de salida.

En la siguiente etapa de fabricación (fig. 2C), con el pegamento 11 que cura aún en forma fluida y la estampadora de rejilla impresa sobre él para definir las tres rejillas en él, es introducida luz de múltiples colores diferentes en el depósito del pegamento que cura que es impreso con el primer patrón de rejilla de difracción en relieve superficial (de entrada). Esta luz introducida es difractada por el patrón de rejilla de entrada en el sustrato 1 de guía de onda hacia la parte del borde reflectante 3 (véase la fig. 1) del sustrato de guía de onda y por tanto al patrón de rejilla de difracción intermedia formado en el segundo depósito de pegamento fluido que cura por el segundo patrón 14 en relieve superficial y por tanto al tercer patrón de rejilla de difracción (de salida) impreso sobre el tercer depósito de pegamento fluido que cura por el tercer patrón 15 en relieve superficial de la estampadora 12 de rejilla. En el tercer patrón de rejilla (de salida), la luz de múltiples colores es emitida desde el sustrato 1 de guía de onda. Se observa cualquier desalineación angular entre las direcciones de salida de la luz de colores diferentes. Dicha desalineación sería debida a una desalineación entre el borde reflectante 3 del sustrato de la guía de onda y el patrón de rejilla de difracción de entrada impreso por el primer patrón 13 de rejilla en relieve superficial de la estampadora de rejilla y el patrón 14 de rejilla de difracción intermedia e impreso por la estampadora de rejilla ya que las ranuras de rejilla de esos dos patrones son sustancialmente paralelas. En efecto, el ángulo de incidencia de la luz introducida desde el anterior debe ser alineado exactamente de tal manera que la luz sea acoplada a las rejillas de difracción subsiguientes de manera óptima.

A fin de ajustar tal desalineación, la siguiente etapa de fabricación (fig. 2D) requiere una rotación cuidadosa de la estampadora de rejilla con relación al sustrato de guía de onda (y su borde reflectante 3) para volver a alinear las impresiones de rejilla de difracción de fluido dentro de los depósitos de pegamento que cura. La alineación óptima es detectada cuando se observa la alineación angular si los diferentes colores de los haces de luz emitidos.

Cuando se observa la alineación óptima, el pegamento fluido que cura es curado posteriormente (fig. 2E) irradiándolo con radiación ultravioleta (UV). Esto solidifica el pegamento fluido que cura impreso para solidificar las impresiones de las rejillas de difracción de entrada, intermedia y de salida.

La guía de onda 1 resultante está dividida a partir de la estampadora 12 de guía de onda (fig. 2F) e incluye en relieve superficial una rejilla 2 de difracción de entrada para recibir luz y difractar la luz recibida a lo largo de la guía de onda hacia el borde reflectante 3, una rejilla 4 de difracción intermedia para recibir la luz difractada desde el borde reflectante 3 y para expandir la luz recibida en una primera dimensión por difracción, y una rejilla 5 de difracción de salida para recibir y emitir la luz expandida desde la guía de onda óptica por difracción.

Este proceso de fabricación de la técnica anterior requiere tiempo, es difícil y propenso a errores.

Dos realizaciones de la invención proporcionan cada una de ellas una guía de onda para un aparato de presentación que aborda estos problemas de fabricación y producto.

Con referencia a la fig. 3 y a la fig. 4, las realizaciones comprenden cada una un sustrato (20, 24) de guía de onda óptica de placa para guiar la luz que ha de ser presentada. El sustrato soporta una rejilla (21, 28) de difracción de entrada dispuesta sobre una superficie para recibir la luz que soporta la imagen y difractar la luz recibida a lo largo de la guía de onda óptica directamente hacia una rejilla intermedia 25 de modo que la luz es guiada dentro de la guía de onda.

Una rejilla (22, 25) de difracción intermedia es formada sobre una superficie de la guía de onda y es acoplada ópticamente a la rejilla (20, 24) de difracción de entrada a través de la guía de onda óptica. Está dispuesta para recibir luz difractada procedente de la rejilla de difracción de entrada directamente y para expandir la luz recibida en una primera dimensión por difracción. Las líneas/ranuras de rejilla de la rejilla de entrada no son paralelas a las de la rejilla intermedia de tal manera que los vectores de rejilla de las dos rejillas tienen orientaciones diferentes, como lo hacen sus proyecciones respectivas sobre la superficie plana del sustrato de guía de onda. En este ejemplo, los vectores de rejilla se encuentran paralelos al plano de la estructura de guía de onda y, como tales, sus proyecciones respectivas sobre ellas son iguales a los propios vectores. La rejilla de entrada está situada dentro del área geográfica, o huella, de la rejilla intermedia. Estar situada dentro del área geográfica/huella de la rejilla intermedia, quiere decir que la ubicación real de la rejilla de entrada puede ser definida como dentro de los límites de la rejilla intermedia (por ejemplo fig. 3) o que la ubicación aparente de la rejilla de entrada puede ser definida como estando dentro de los límites de la rejilla intermedia (por ejemplo fig. 4).

Una rejilla (23, 27) de difracción de salida esta ópticamente acoplada a la rejilla de difracción intermedia mediante la parte de guía de onda óptica y está dispuesta para recibir la luz expandida y para emitir la luz expandida recibida desde la guía de onda óptica, por difracción, para su presentación.

Notablemente, no hay uso de un borde reflectante especialmente como en el dispositivo de la técnica anterior, y también el material de la rejilla (22, 25) de difracción intermedia cubre todas aquellas partes de la superficie de la parte de guía de onda óptica, en un lado de la placa de guía de onda, mediante lo cual la luz que soporta la imagen introducida es guiada por reflexión interna total desde la rejilla (21, 28) de difracción de entrada a la rejilla (22, 25) de difracción intermedia.

En la realización de la fig. 3, el material de la rejilla 22 de difracción intermedia es continuo con el material de la rejilla 21 de difracción de entrada. Sin embargo, en la realización de la fig. 4, el material de la rejilla 28 de difracción de entrada no es continuo con el material de la rejilla 25 intermedia. De hecho, la rejilla 25 intermedia y la rejilla 27 de salida de esta realización alternativa están cada una formada sobre un primer lado plano 24A del sustrato de guía de onda de placa opuesto al segundo lado plano 24B del sustrato de guía de onda de placa sobre el que se forma la rejilla 28 de entrada. La fig. 4 muestra tanto el primer como el segundo lados de placa que soportan estas tres rejilla de difracción (las flechas de trazos apuntan a la rejillas vistas "a través" de la placa de guía de onda).

Con referencia a la fig. 4 en detalle, la rejilla de difracción intermedia en un lado 24A del sustrato de guía de onda comprende como una región 25 de difracción que rodea una región 26 de ventana de entrada circular y que sustancialmente no produce difracción. El lado opuesto 24B del sustrato de la guía de onda de placa soporta la rejilla 28 de entrada posicionada en coincidencia con la región 26 de la ventana de entrada de tal manera que la rejilla de entrada es visible a través de la región de ventana de entrada. La región de ventana de entrada puede comprender el mismo material, y ser continuo con, el material de la región 25 de difracción circundante que forma la rejilla de difracción intermedia. En realizaciones alternativas, la región de ventana de entrada puede ser definida por la ausencia de un material que deja desnuda y expuesta una región del sustrato de guía de onda de placa expuesta y sin cubrir/revestir. En cualquier caso, la ubicación aparente de la rejilla 28 de difracción de entrada, aparente a través de la ventana 26 de entrada, está dentro de los límites de la rejilla intermedia y como tal está ubicada dentro del área geográfica o huella de la rejilla intermedia. Desde luego, en el ejemplo de la fig. 3, la ubicación real de la rejilla 21 de difracción de entrada está dentro de los límites de la rejilla intermedia. En el caso anterior, la rejilla de entrada está fuera del mismo plano que la rejilla intermedia, y en el último caso está en el mismo plano.

El material de la rejilla (22, 25) de difracción intermedia puede también ser continuo con el material de la rejilla (23,

27) de difracción de salida en una o en cada de estas realizaciones. La rejilla de difracción de salida puede estar formada en el mismo plano que la rejilla intermedia y/o la rejilla de entrada o fuera del mismo plano que cualquiera de ellas/o de ambas. Esto puede conseguirse formando la rejilla de salida sobre una apropiada de las dos superficies opuestas del sustrato de la guía de onda.

La rejilla (22, 25) de difracción intermedia es una rejilla en relieve superficial de onda cuadrada formada en una superficie de pegamento que cura curado depositado sobre una superficie del sustrato (20, 24) de guía de onda de placa. Similarmente, tanto la rejilla (21, 28) de difracción de entrada como la rejilla (23, 27) de difracción de salida son cada una de ellas una rejilla de relieve superficial curvada formada en una superficie de pegamento que cura curado depositado sobre una superficie del sustrato de guía de onda de placa.

Un revestimiento dieléctrico o metálico puede ser depositado sobre las rejillas de entrada, intermedia y/o de salida según se desee. El revestimiento tiene preferiblemente un índice refractivo que difiere del (por ejemplo es mayor que) índice refractivo del material del pegamento que cura curado que forma la rejilla de difracción revestida en cuestión.

Estas realizaciones de una guía de onda son para utilizar en un dispositivo de presentación que comprende la guía de onda descrita anteriormente. Ejemplos incluyen un dispositivo de presentación para la cabeza montado en un casco (HUD), o un HUD para montar en un vehículo (por ejemplo cabina, etc., de un vehículo táctico o de otro vehículo).

La fig. 5 muestra esquemáticamente la guía de onda de cualquiera de las realizaciones de la fig. 3 o de la fig. 4, en uso. La luz 6 que soporta la imagen que ha de ser presentada es introducida en la guía de onda (20, 24A) de placa en la rejilla (21, 28) de difracción de entrada, después de lo cual es difractada y guiada en 7 a lo largo de la guía de onda óptica de placa directamente hacia y a través de la rejilla (22, 25) de difracción intermedia en virtud de la orientación seleccionada no paralela de sus líneas/ranuras de rejilla (o vector de rejilla) con relación a las líneas/ranuras de rejilla (o vector de rejillas) de la rejilla intermedia. La rejilla intermedia está dispuesta para expandir la luz recibida en una primera dimensión 7 por difracción y para dirigir la luz expandida 8, en virtud de la orientación de sus líneas/ranuras de rejilla (o vector de rejilla) hacia la rejilla (23, 27) de difracción de salida a través de la guía de onda óptica de placa, para emitir en 9, y presentar por un usuario 10.

En particular, la rejilla de salida está dispuesta para recibir la luz expandida 8 procedente de la rejilla (22, 25) intermedia y para emitir en 9 la luz expandida recibida procedente de la guía de onda óptica de placa por difracción para su presentación. La orientación de las líneas/ranuras de rejilla (es decir vector de rejilla) de la rejilla de salida difiere de la de las líneas/ranuras de rejilla (vector de rejilla) de la rejilla intermedia.

La fig. 5 muestra la rejilla de difracción de entrada situada dentro de la rejilla de difracción intermedia y formada en común con líneas/ranuras/vector de rejilla orientados de manera diferente (como en la fig. 3) o formados por separado pero visibles a través de la región de la ventana de entrada de la guía de onda (como en la fig. 4) según sea apropiado a la realización en cuestión.

Las figs. 6, 7, 8 y 9 han ilustrado aspectos ventajosos de la invención en comparación con guías de onda de la técnica anterior tales como las ilustradas en las figs. 1A o 1B.

Con referencia a la fig. 6, puede verse que evitar el uso, en realizaciones de la invención, de la necesidad de un borde reflectante 3 en el sustrato de la guía de onda acorta la longitud del trayecto óptico de la luz que pasa desde la rejilla de entrada a la rejilla intermedia. Consecuentemente, el campo angular total de visión (TFOV) soportado por la rejilla de difracción de entrada puede ser acomodado por una rejilla de difracción intermedia que tiene una anchura relativamente menor en realizaciones de la invención. Esto permite que la guía de onda sea más corta como un todo ya que la rejilla de difracción intermedia puede ser de área menor.

Además, con referencia a la fig. 7, esta reducción en anchura/área de la rejilla intermedia significa que la luz que ha sido difractada por la rejilla de difracción intermedia en una dirección hacia la rejilla de salida (es decir "girada" hacia la rejilla de salida) se requiere que pase a lo largo de menos área de la rejilla de difracción intermedia en su trayecto hacia la rejilla de salida. Debe observarse que cuando la luz girada es guiada por reflexión interna total (TIR) entre superficies planas opuestas del sustrato de la guía de onda de placa, cada TIR procedente de la superficie del sustrato que soporta la estructura de rejilla intermedia dará como resultado menos pérdida de luz por difracción en ella. La luz perdida es dirigida transversalmente a la dirección en la que se está desplazando la luz "girada" - es decir lejos de la rejilla de salida. Esta luz no alcanzará la rejilla de salida. Cuanto menos de tales intersecciones de pérdida con la rejilla intermedia hay menor es la luz perdida desde la salida de presentación final. Así, el área reducida de la rejilla intermedia de la invención reduce tales pérdidas, como se ha mostrado esquemáticamente en la fig. 7 en comparación con la guía de onda 1 de la técnica anterior con muchas pérdidas.

Las figs. 8 y 9 ilustran otra ventaja de realizaciones preferidas de la invención en las que el material de la rejilla de difracción intermedia cubre todas aquellas partes de la superficie de la parte de guía de onda óptica en un lado de la misma a través de la cual es guiada la luz que soporta la imagen recibida por reflexión interna total desde la rejilla de difracción de entrada a la rejilla de difracción intermedia. Esto ocurre en la realización ilustrada en la fig. 3 donde la rejilla de entrada y la rejilla intermedia son continuas (están en un mismo plano) en el mismo lado del sustrato de la

guía de onda. Esto ocurre también en la realización en la fig. 4 cuando la rejilla de entrada es reemplazada por una ventana de entrada 26 continúa con la rejilla intermedia que comprende el mismo material que el material de la rejilla intermedia. La rejilla de entrada en ese caso es visible en el lado del reverso del sustrato de la guía de onda de placa a través de la ventana de entrada.

La fig. 8 muestra una comparación lado a lado de una sección a través de la rejilla de entrada y de la rejilla intermedia de una guía de onda comparativa hipotética (imagen de la izquierda) y una guía de onda de acuerdo con una realización de la invención (imagen de la derecha). Puede verse que el efecto de producir rejillas de difracción de entrada y salida aisladas y discretas sobre la superficie del sustrato de la guía de onda es presentar un borde estructural al trayecto de luz guiada dentro del sustrato de la guía de onda, en el que puede ocurrir la dispersión de la luz. Esto da como resultado la pérdida de luz que reduce el brillo de la imagen, y también la contaminación de luz que soporta la imagen con luz difusa de manera aleatoria que degrada el contraste y resolución de la imagen emitida. La fig. 9 ilustra este efecto en una vista despiezada ordenadamente de partes de la vista en sección de la guía de onda hipotética de la fig. 8.

Debido a que, de acuerdo con realizaciones preferidas de la invención en un aspecto, el material de la rejilla de difracción intermedia cubre todas aquellas partes de la superficie superior de la parte de la guía de onda óptica en un lado de la misma (que soporta la rejilla intermedia y, en una continuación del material, bien el material de la rejilla de entrada o bien el material de la ventana de entrada), no hay tal borde de difusión presentado a la luz guiada que pasa a la rejilla intermedia por reflexión interna total. Aunque esta ventaja técnica ha sido ilustrada con referencia a un dispositivo hipotético mostrado en la fig. 8, en el lado izquierdo, las desventajas de la estructura del dispositivo hipotético son compartidas por los dispositivos de la técnica anterior mostrados en las figs. 1A y 1B.

Las figs. 10A a 10D ilustran esquemáticamente el proceso de fabricación por el que la guía de onda de la fig. 3 puede ser fabricada. El proceso comienza (fig. 10 A) con el depósito sobre un sustrato 20 de guía de onda óptica de placa de un pegamento 11 fluido que cura que puede ser curado para formar un sólido transparente ópticamente. Dos depósitos separados, discretos y aislados de pegamento que cura son depositados sobre el sustrato en ubicaciones donde se pretenden formar dos regiones de rejilla de difracción separadas acopladas ópticamente entre sí por el sustrato de la guía de onda. A continuación (fig. 10D), una estampadora 30 de rejilla es introducida en el proceso. La estampadora de rejilla soporta sobre una superficie tres patrones (31, 32, 33) en relieve superficial cada uno de los cuales representa una respectiva de tres rejillas de difracción en relieve superficial. Cada patrón en relieve superficial de la estampadora de rejilla está en forma negativa, o recíproca, a la rejilla que está diseñada para estampar.

La estampadora de rejilla es impresa sobre los dos depósitos discretos de pegamento fluido que cura, al unísono, para formar una impresión sobre aquellos dos depósitos correspondientes a una respectiva de tres rejillas de difracción. Las tres rejillas de difracción definen una región de rejilla de difracción de entrada definida por un primer patrón 31 en relieve superficial de la estampadora de rejilla formado totalmente dentro del área geográfica, o huella, de una región de rejilla de difracción intermedia definida por un segundo patrón 32 en relieve superficial de la estampadora de rejilla y una región de rejilla de difracción de salida separada definida por un tercer patrón 33 en relieve superficial de la estampadora de rejilla. Las líneas/ranuras de rejilla de la rejilla de entrada están definidas por la estampadora de rejilla para no ser paralelas a las de la rejilla intermedia de modo que difracte la luz de entrada directamente hacia y a través del cuerpo principal de la rejilla intermedia.

A continuación (fig. 10 C), el pegamento fluido que cura es curado irradiándolo con radiación ultravioleta (UV) 45 con la estampadora de rejilla en su sitio. Esto solidifica el pegamento fluido que cura impreso para solidificar las impresiones de la rejilla de difracción de entrada, intermedia y de salida.

Finalmente (fig. 10 D) la estampadora está dividida a partir del sustrato de guía de onda para revelar una guía de onda de la estructura mostrada en la fig. 3, que comprende las rejillas de entrada, intermedia y de salida solidificadas formadas sobre la misma superficie del sustrato de placa de la guía de onda.

Ha de observarse que este proceso evita la necesidad de utilizar un borde reflectante y, así, la necesidad de alinear las rejillas de difracción con tal borde antes de curar el pegamento que cura.

Las figs. 11A a 11I ilustran esquemáticamente el proceso de fabricación por el que la guía de onda de la fig. 4 puede ser fabricada. El proceso comienza (fig. 11 A) con el depósito sobre un sustrato 24 de guía de onda óptica de placa de un pegamento 11 fluido que cura que puede ser curado para formar un sólido transparente ópticamente. Dos depósitos separados, discretos y aislados de pegamento que cura son depositados sobre el sustrato en ubicaciones donde se pretenden formar dos regiones de rejilla de difracción separadas acopladas ópticamente entre sí por el sustrato de la guía de onda.

A continuación, (fig. 11 B) una estampador a 40 de rejilla es introducida en el proceso. La estampadora de rejilla soporta sobre una superficie dos patrones (41, 42) en relieve superficial cada uno de los cuales representa una respectiva de dos rejillas de difracción en relieve superficial. Cada patrón en relieve superficial de la estampadora de rejilla está en forma negativa, o recíproca, a la rejilla que está diseñada para estampar.

La estampadora de rejilla es impresa sobre los dos depósitos discretos de pegamento fluido que cura, al unísono,

para formar una impresión sobre aquellos dos depósitos correspondientes a una respectiva de dos rejillas de difracción. Las dos rejillas de difracción definen una región de rejilla de difracción intermedia definida por un primer patrón 42 en relieve superficial de la estampadora de rejilla y una región de rejilla de difracción de salida separada definida por un segundo patrón 41 en relieve superficial de la estampadora de rejilla. Una región 43 de ventana de entrada que no produce difracción es también definida por la estampadora de rejilla situada dentro y totalmente rodeada por el límite del primer patrón en relieve superficial para la rejilla intermedia.

A continuación (fig. 11C), el pegamento fluido que cura es curado irradiándolo con radiación ultravioleta (UV) 45 con la estampadora 24 de rejilla en su sitio. Esto solidifica el pegamento fluido que cura impreso para solidificar la ventana de entrada, las impresiones de rejilla de difracción intermedia y de difracción de salida.

En la siguiente etapa de fabricación (fig. 11D), la estampadora de rejilla es dividida a partir del sustrato de guía de onda para revelar la ventana 26 de entrada solidificada, la rejilla intermedia 27 y la rejilla de salida formada sobre la misma superficie del sustrato de placa de guía de onda.

A continuación (fig. 11E) otro depósito de pegamento fluido que cura es a continuación depositado sobre el lado del sustrato 24B de guía de onda óptica de placa que es el reverso del lado 24A después de lo cual han sido formadas las rejillas intermedia y de salida. El pegamento fluido que cura es depositado en una ubicación donde está destinado a formar la rejilla de difracción de entrada en coincidencia con, y visible a través de, la ventana 26 de entrada. Es introducida una estampadora 44 de rejilla de entrada que soporta sobre una superficie un patrón 45 en relieve superficial que representa una rejilla de difracción en relieve superficial en forma negativa, o recíproca, a la rejilla que está diseñada para estampar. La estampadora de rejilla de entrada es impresa sobre el depósito discreto de pegamento fluido que cura.

A continuación (fig. 11F), con el pegamento que cura aún en forma fluida y la estampadora 44 de rejilla de entrada impresa sobre él para definir la rejilla de entrada, es introducida luz de múltiples colores diferentes en la guía de onda a través de la ventana 26 de entrada. Esta luz introducida es difractada por el patrón de rejilla de entrada sin curar en el sustrato 24 de guía de onda hacia la rejilla de difracción intermedia y por tanto a la rejilla de difracción de salida. En la rejilla 27 de salida, la luz de múltiples colores es emitida desde el sustrato 24 de guía de onda. Se observa cualquier desalineación angular entre las direcciones de salida de la luz de diferentes colores. Dicha desalineación se debería a una desalineación entre las líneas/ranuras de rejilla de difracción de la rejilla 44 de entrada de la guía de onda y la líneas/ranuras de la rejilla de difracción de la rejilla de difracción intermedia. En efecto, el ángulo en el que es emitida la luz desde el anterior debe ser alineado exactamente de tal manera que la luz sea acoplada a las rejillas de difracción subsiguientes de manera óptima.

A fin de ajustar tal desalineación, la siguiente etapa de fabricación (fig. 11G) requiere una rotación cuidadosa de la estampadora 44 de rejilla de entrada con relación al sustrato de guía de onda (y sus otras rejillas 25, 27) para volver a alinear la orientación de las líneas/ranuras de la rejilla de la impresión de la rejilla de difracción de entrada de fluido dentro del depósito de pegamento fluido que cura. La alineación óptima es detectada cuando se observa la alineación angular de los diferentes colores de los haces de luz emitida. Se ha resaltado que las líneas de rejilla de entrada no son paralelas a las líneas/ranuras de rejilla de la rejilla intermedia en alineación óptima. Por consiguiente, los vectores de rejilla respectivos tienen diferentes orientaciones.

Cuando se ha observado una alineación óptima, el pegamento fluido que cura es posteriormente curado (fig. 11H) irradiándolo con radiación ultravioleta (UV) 45. Esto solidifica el pegamento fluido que cura impreso para solidificar la impresión de la rejilla de difracción de entrada.

Finalmente (fig. 11I), la segunda estampadora 45 de rejilla está dividida a partir del sustrato de guía de onda para revelar una guía de onda de la estructura mostrada en la fig. 4, que comprende la ventana de entrada solidificada, la rejilla intermedia y la rejilla de salida formada sobre la misma superficie del sustrato de placa de guía de onda, y una rejilla de entrada formada sobre el otro lado del sustrato de placa invisible a través de la ventana de entrada.

Se ha observado que este proceso evita la necesidad de utilizar un borde reflectante.

Aún en otra realización, la etapa (fig. 11A) de depositar sobre el sustrato 24 de guía de onda óptica de placa un pegamento 11 fluido que cura puede incluir alternativamente depositar el pegamento fluido que cura de tal modo que no se deposite pegamento que cura en la ubicación pretendida de la ventana 26 de entrada de la rejilla 25 intermedia. Como resultado, la ventana de entrada no comprendería pegamento que cura en todas - en particular en la región de superficie del sustrato óptico transparente y descubierta rodeada por partes de rejilla de difracción intermedia, en lugar de un revestimiento libre de ranura/línea del pegamento que cura como se ha descrito anteriormente.

Las realizaciones descritas anteriormente son con propósitos ilustrativos y modificaciones, variantes y todas las equivalencias de las mismas, tal como sería fácilmente evidente para un experto en la técnica, están abarcadas dentro del alcance de la invención, tal como está definida por las reivindicaciones por ejemplo.

REIVINDICACIONES

1 Una guía de onda para un aparato de presentación que comprende:

una parte de guía de onda óptica de placa para guiar la luz que ha de ser presentada;

una rejilla de difracción de entrada dispuesta para recibir luz y difractar la luz recibida a lo largo de la parte de guía de onda óptica para guiarla por ello;

una rejilla de difracción intermedia acoplada ópticamente a la rejilla de difracción de entrada mediante la parte de guía de onda óptica y dispuesta para recibir la luz difractada procedente de la rejilla de difracción de entrada y para expandir la luz recibida en una primera dimensión por difracción; y

una rejilla de difracción de salida acoplada ópticamente a la rejilla de difracción intermedia mediante la parte de guía de onda óptica y dispuesta para recibir la luz expandida y emitir la luz expandida recibida procedente de la parte de guía de onda óptica por difracción para la presentación;

en donde la rejilla de difracción de entrada está posicionada de modo que esté situada totalmente dentro del área geográfica de la rejilla intermedia, y en donde los vectores de rejilla de la rejilla de difracción de entrada y de la rejilla de difracción intermedia están orientados en direcciones respectivas diferentes.

2. La guía de onda según la reivindicación 1, en la que la rejilla de difracción de entrada está posicionada sustancialmente en el mismo plano que la rejilla de difracción intermedia de tal manera que la ubicación física de la rejilla de difracción de entrada está totalmente dentro del área geográfica de la rejilla de difracción intermedia.

3. La guía de onda según la reivindicación 1, en la que la rejilla de difracción de entrada está posicionada adyacente a la rejilla de difracción intermedia de tal manera que la ubicación aparente de la rejilla de difracción de entrada está totalmente dentro del área geográfica de la rejilla de difracción intermedia.

4. La guía de onda según cualquier reivindicación precedente, en la que el material de la rejilla de difracción intermedia cubre la totalidad de aquellas partes de la superficie de la parte de guía de onda óptica en un lado de la misma a través de la cual es guiada dicha luz recibida por reflexión interna total desde la rejilla de difracción de entrada a la rejilla de difracción intermedia.

5. La guía de onda según cualquier reivindicación precedente, en la que el material de la rejilla de difracción intermedia es continuo con el material de al menos la rejilla de difracción de entrada.

6. La guía de onda según cualquier reivindicación precedente, en la que el material de la rejilla de difracción intermedia es continuo con el material de la rejilla de difracción de salida.

7. La guía de onda según cualquier reivindicación precedente, en la que la rejilla de difracción intermedia es una rejilla con relieve superficial formada en una superficie de la guía de onda.

8. La guía de onda según cualquier reivindicación precedente, en la que la rejilla de difracción de entrada y la rejilla de infracción de salida son cada una, una rejilla con relieve formada en una superficie de la guía de onda.

9. La guía de onda según la reivindicación 4, en la que la rejilla de difracción intermedia comprende una estructura de rejilla de onda cuadrada.

10. La guía de onda según la reivindicación 5, en la que la rejilla de entrada o/y la rejilla de salida comprende una estructura de rejilla curvada.

11. La guía de onda según cualquier reivindicación precedente, que incluye un revestimiento sobre la rejilla de difracción intermedia que tiene un índice refractivo que difiere del índice refractivo del material de la rejilla de difracción intermedia.

12. La guía de onda según cualquier reivindicación precedente, que incluye un revestimiento sobre la rejilla de difracción de entrada o/y de salida que tiene un índice refractivo que difiere del índice refractivo del material de la rejilla de difracción de entrada o/y de salida.

13. La guía de onda según cualquier reivindicación precedente, en la que la rejilla de difracción de salida está dispuesta para recibir dicha luz expandida procedente de la rejilla de difracción intermedia y para expandir la luz recibida en una segunda dimensión transversal a dicha primera dimensión.

14. Un dispositivo de presentación que comprende la guía de onda de cualquier reivindicación precedente.

15. Una guía de onda sustancialmente como se ha descrito anteriormente con referencia a los dibujos adjuntos y se ha mostrado en los mismos.

Fig. 1A

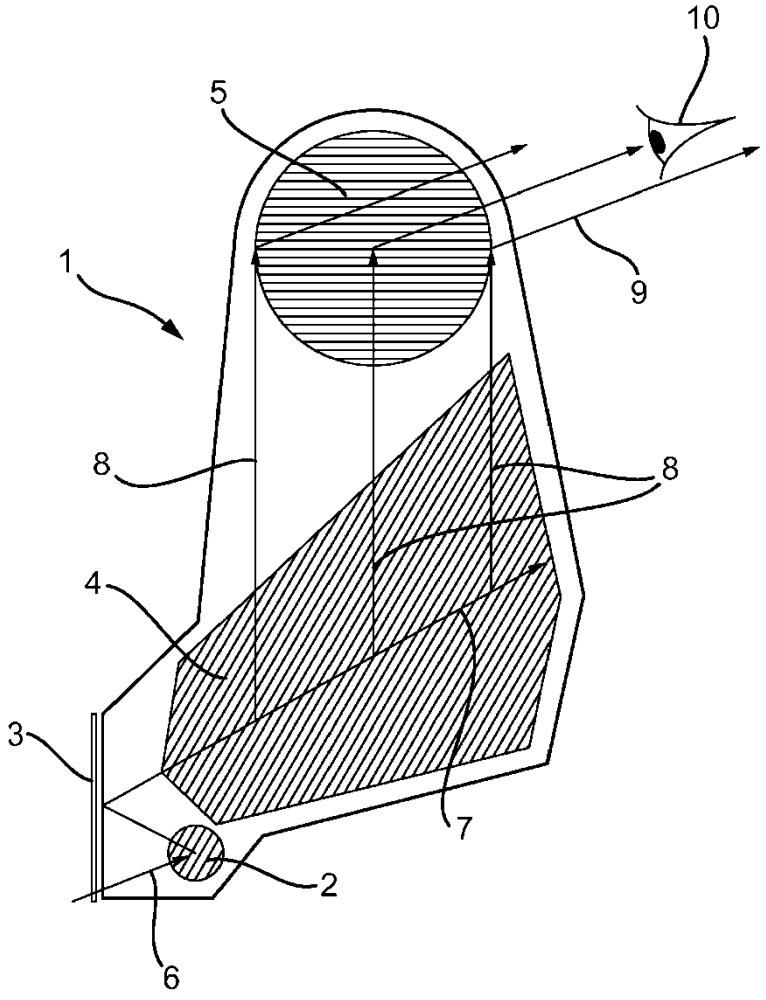

Fig. 1B

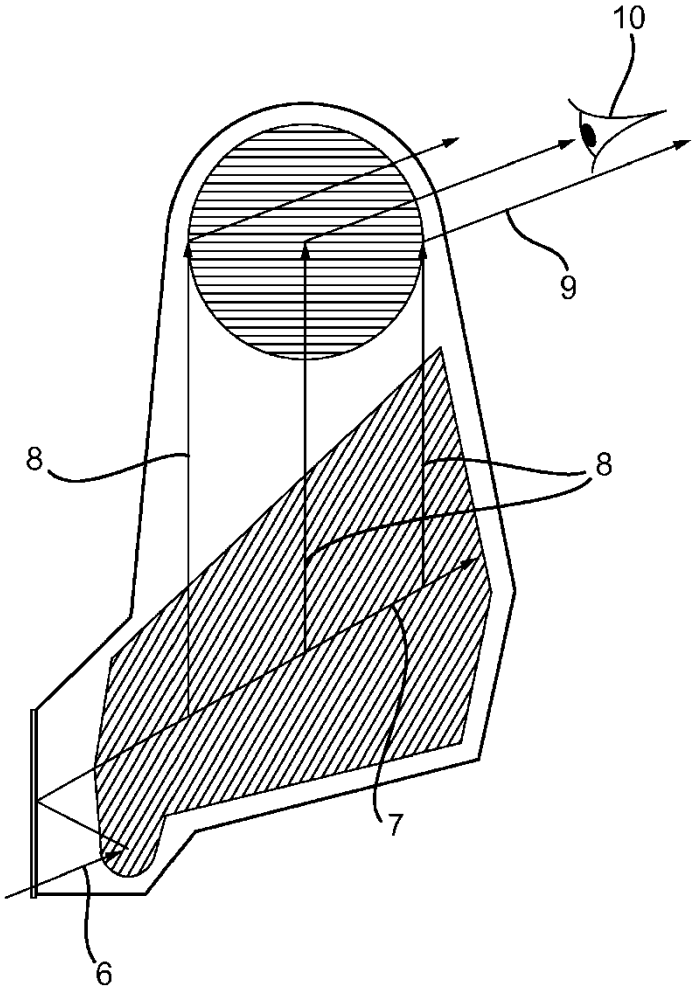

Fig. 2A

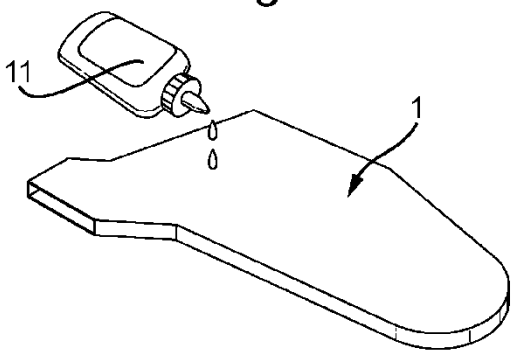

Fig. 2B

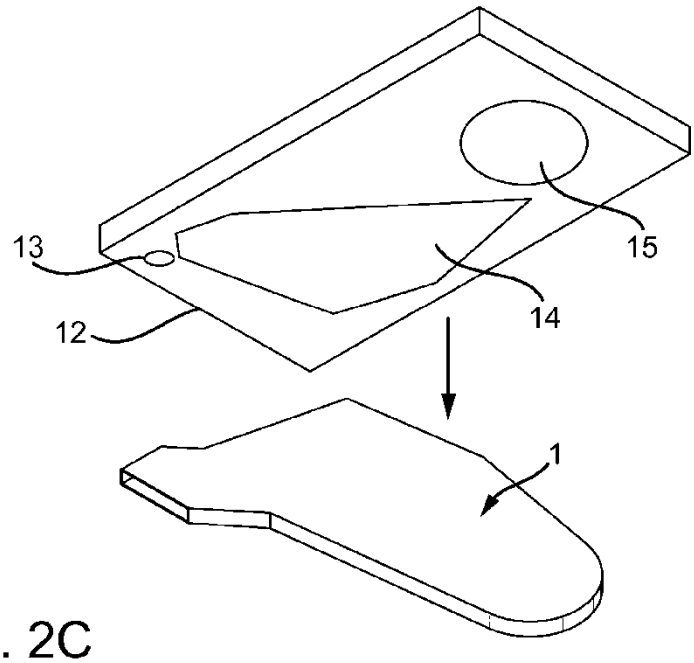

Fig. 2C

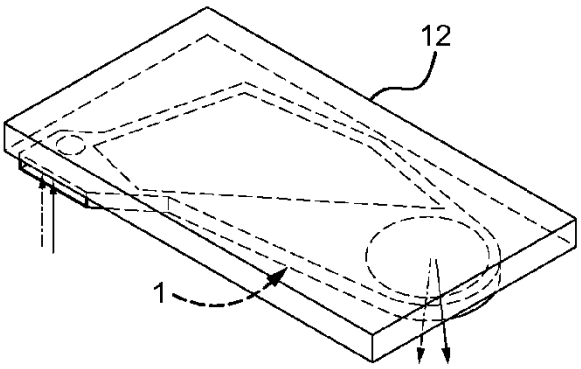

Fig. 2D

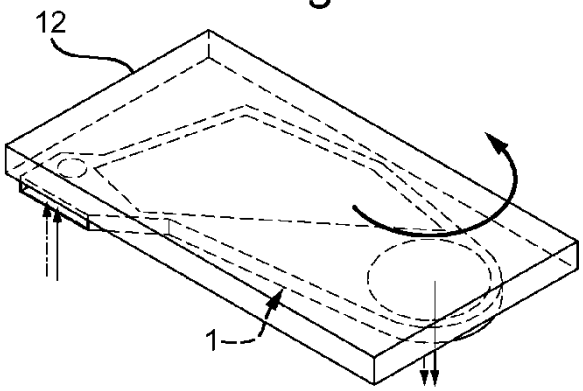

Fig. 2E

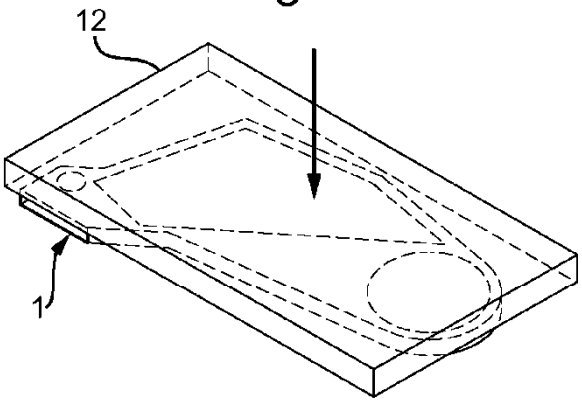

Fig. 2F

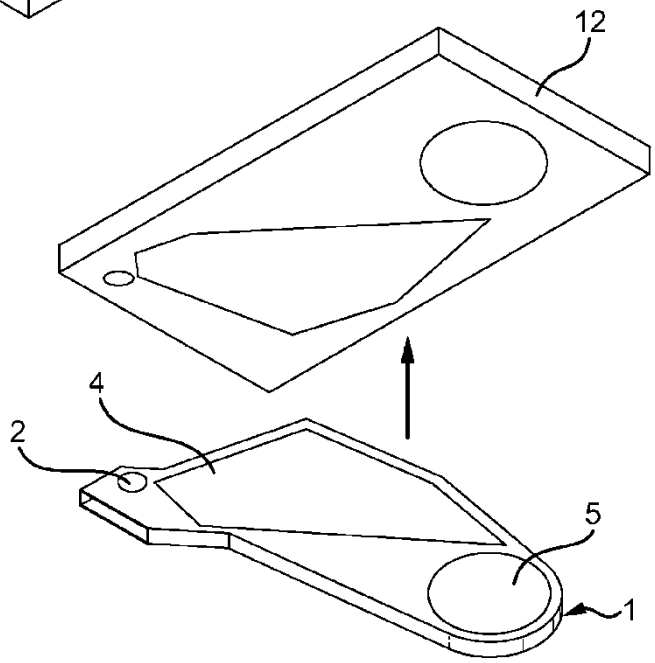

Fig. 3

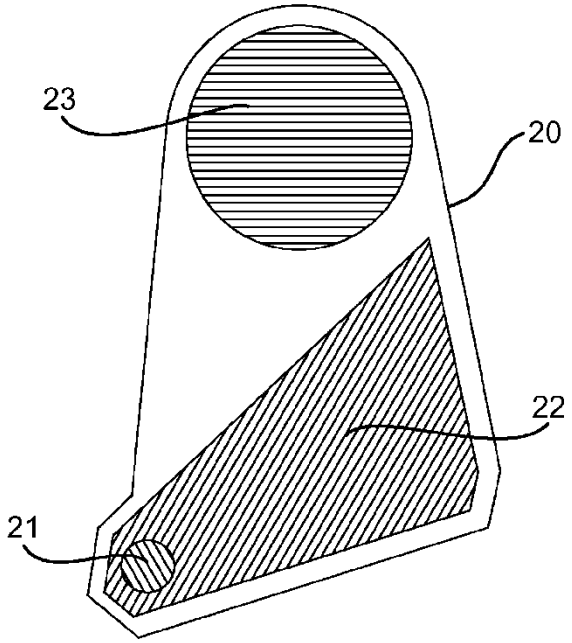

Fig. 4

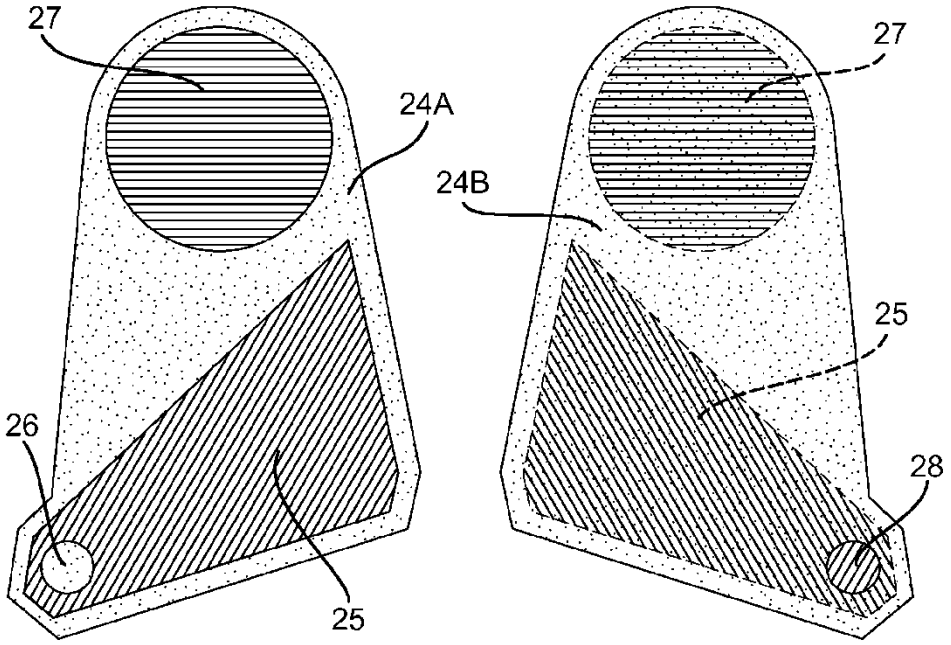

Fig. 5

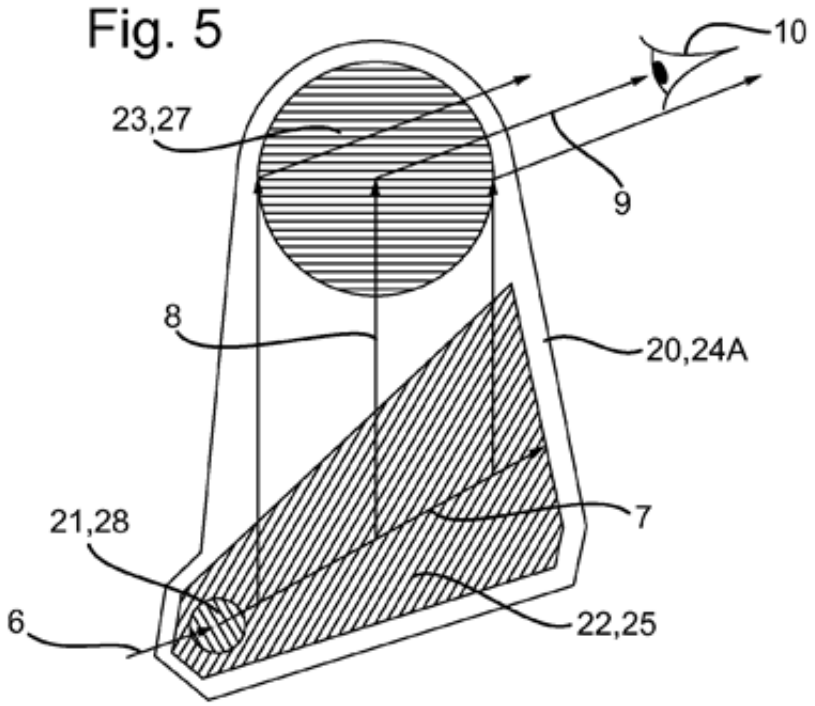

Fig. 6

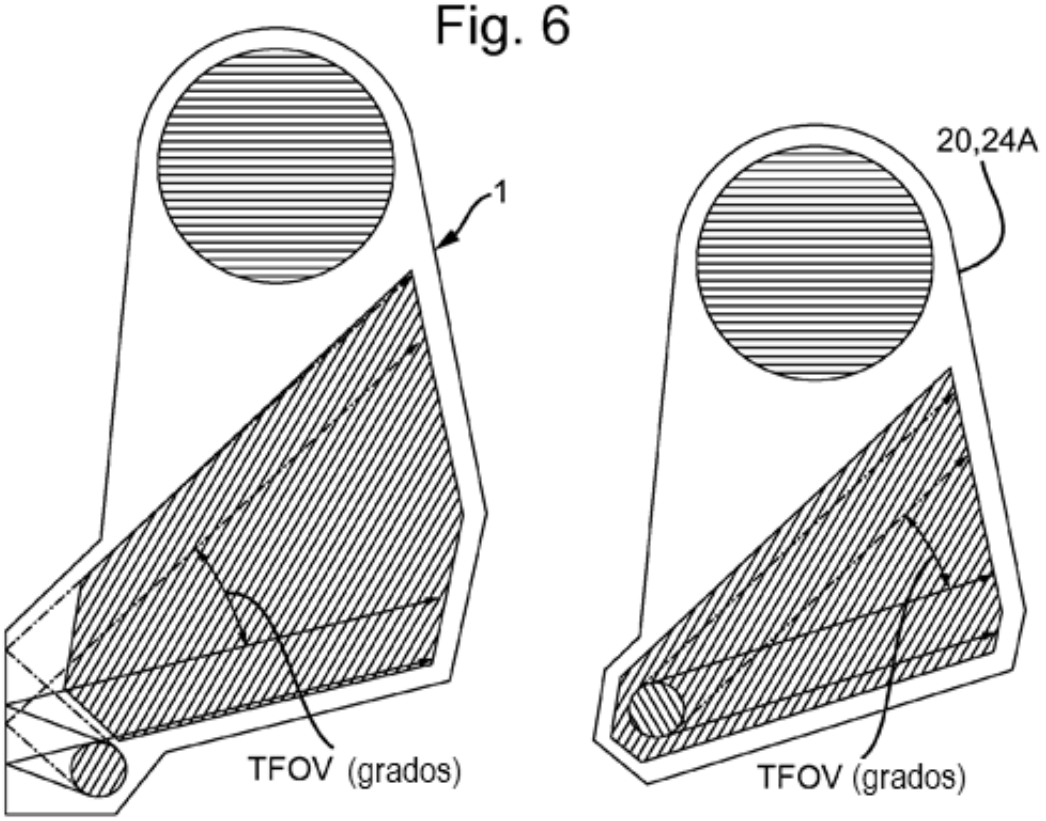

Fig. 7

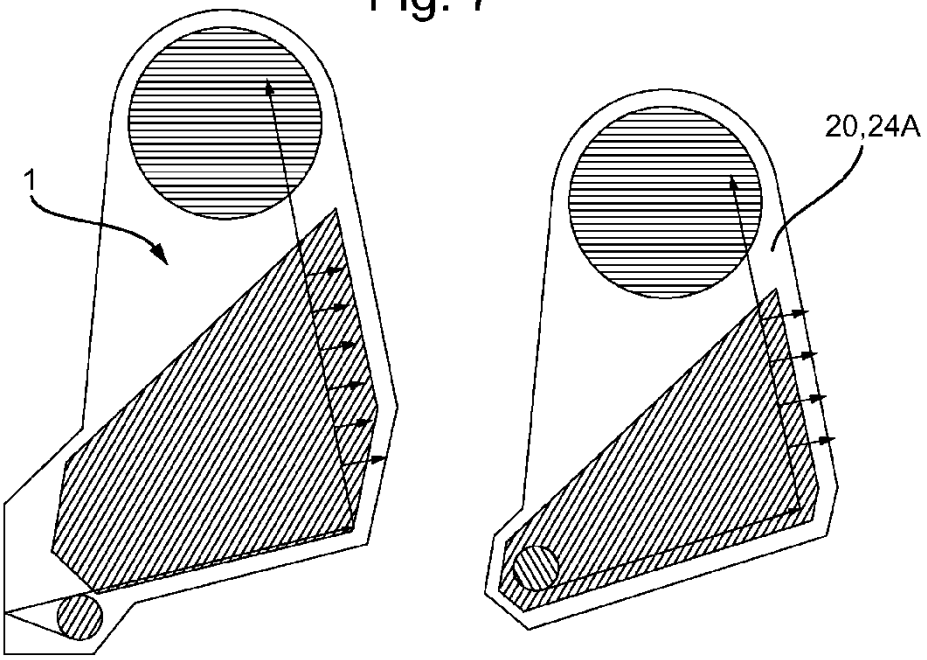

Fig. 8

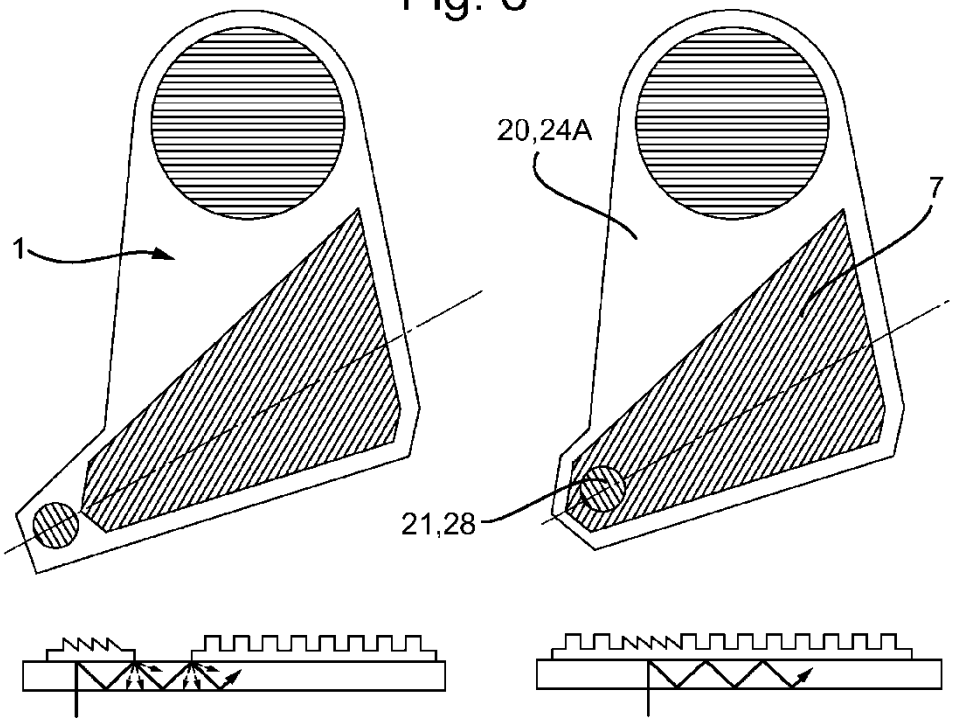

Fig. 9

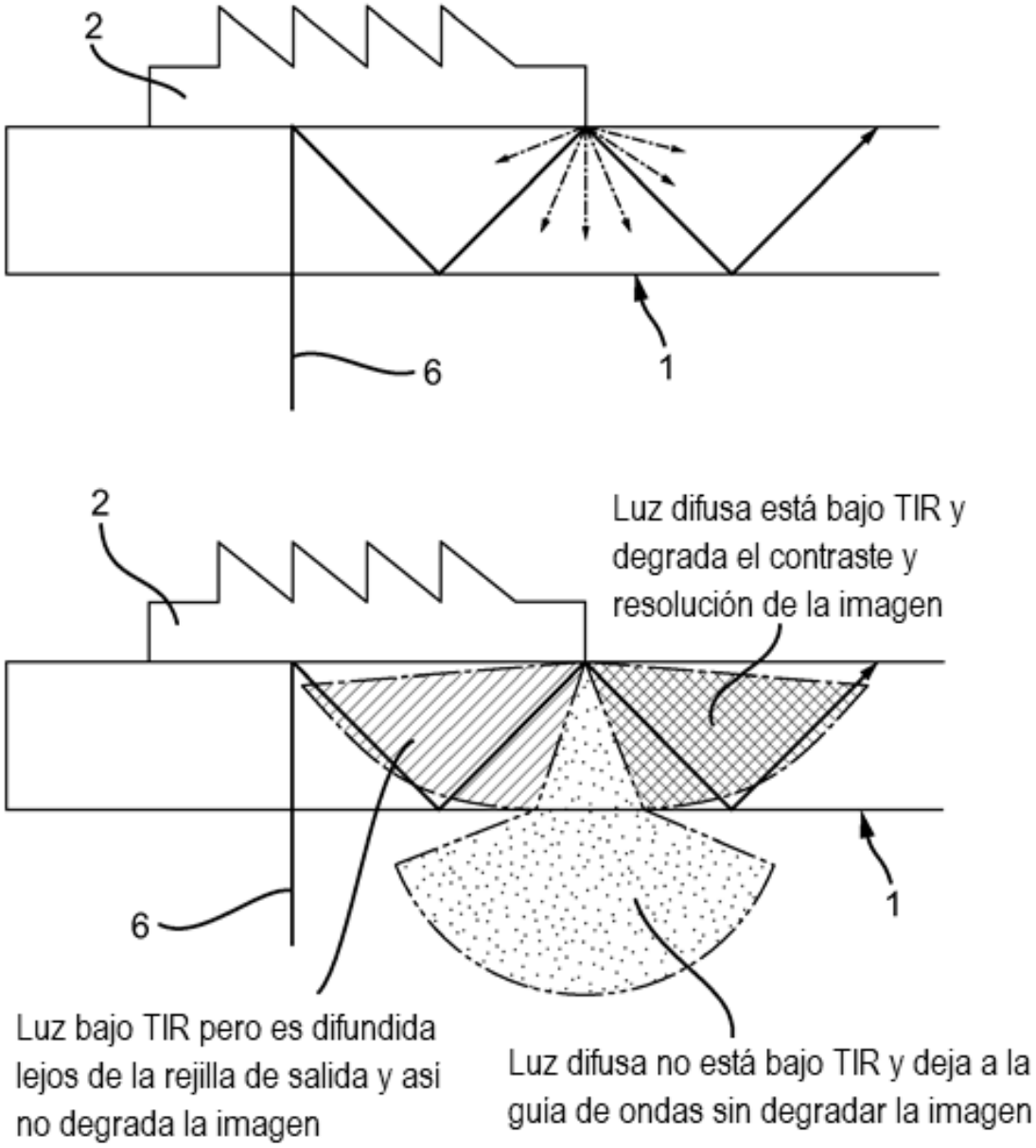
2
6
1
2
Luz difusa está bajo TIR y degrada el contraste y resolución de la imagen
6
1
Luz bajo TIR pero es difundida lejos de la rejilla de salida y asi no degrada la imagen
Luz difusa no está bajo TIR y deja a la guia de ondas sin degradar la imagen

Fig. 10A

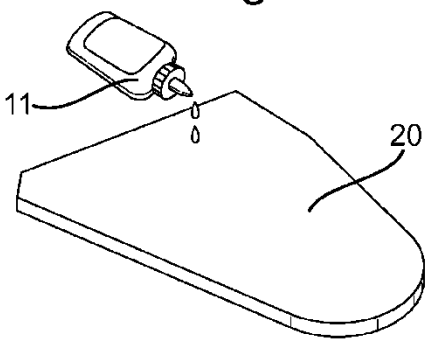

Fig. 10B

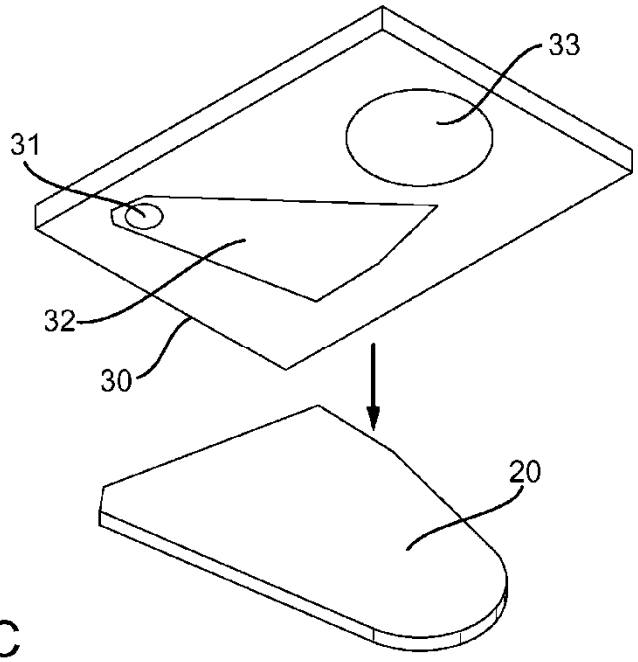

Fig. 10C

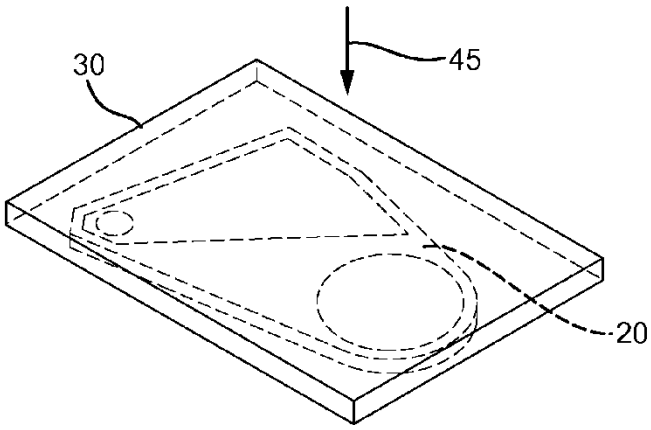

Fig. 10D

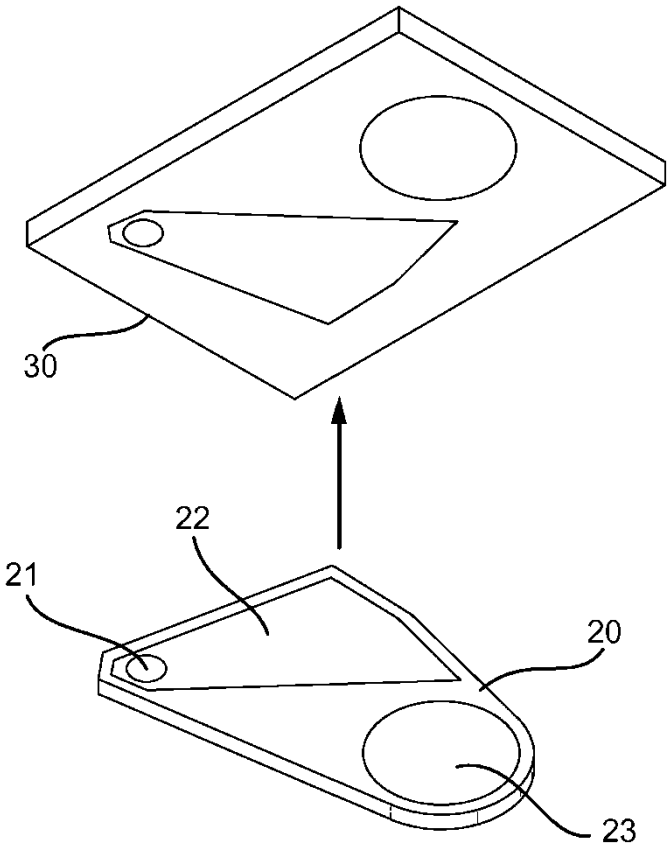

Fig. 11A

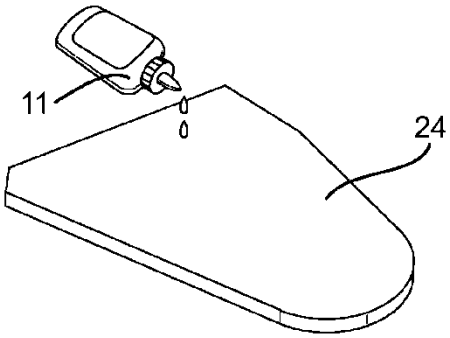

Fig. 11B

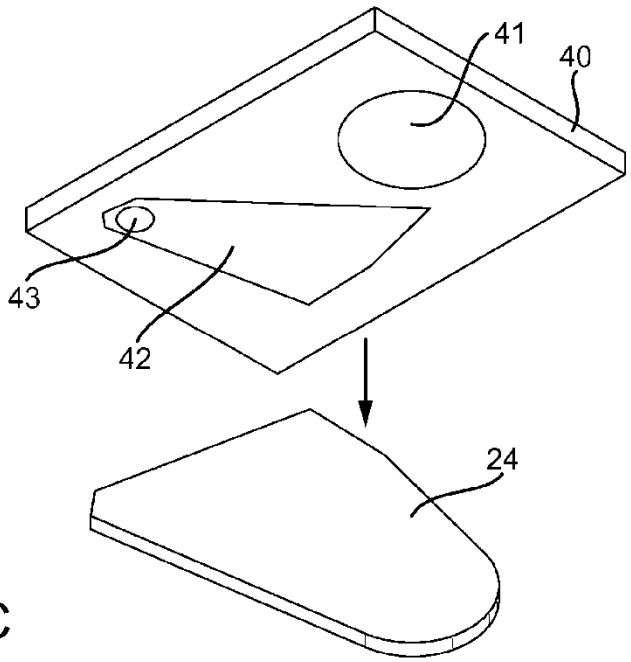

Fig. 11C

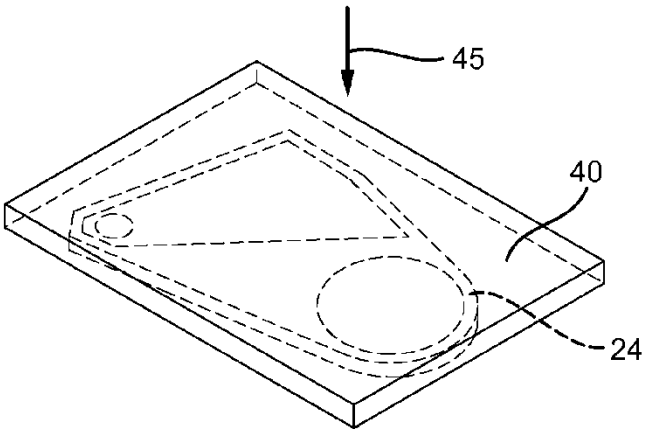

Fig. 11D

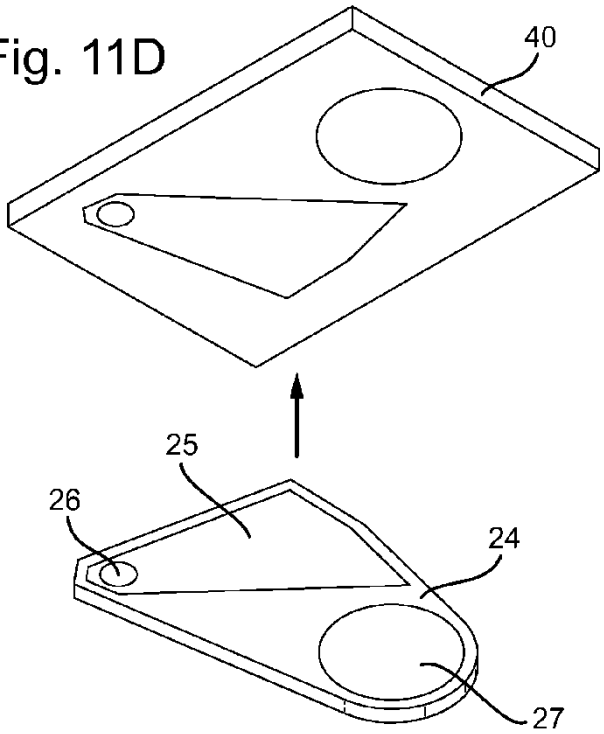

Fig. 11E

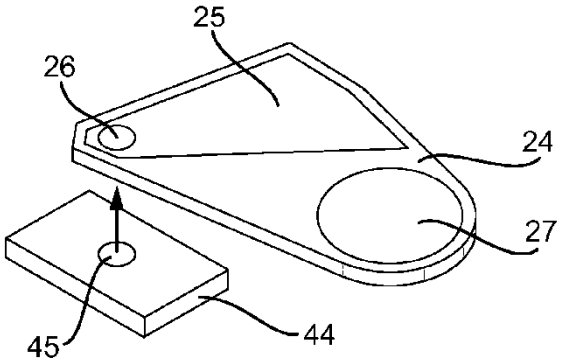

Fig. 11F

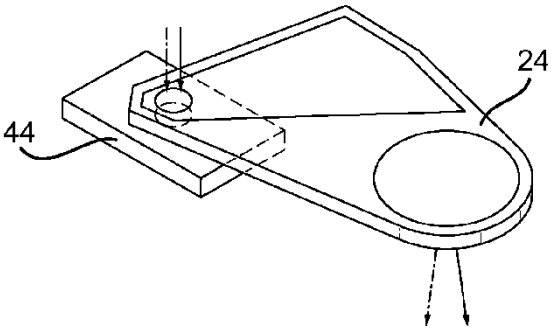

Fig. 11G

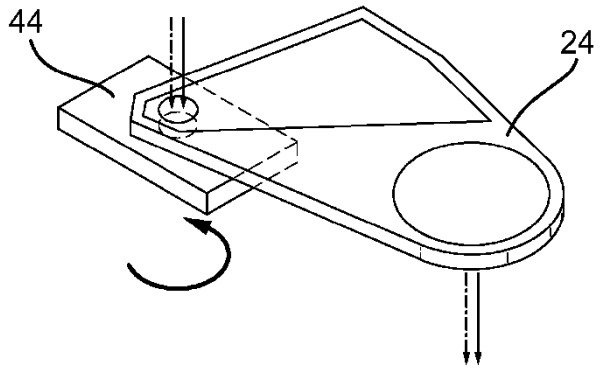

Fig. 11H

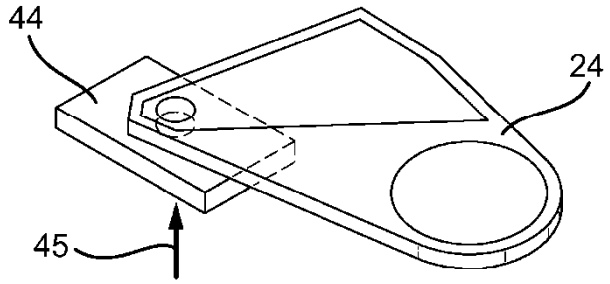
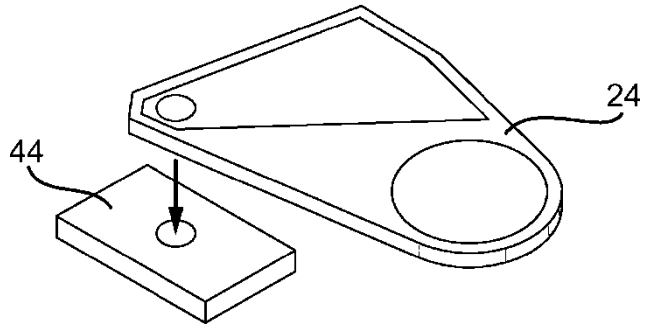
Fig. 11I